



アリストテレス『動物発生論』の現代生物学・科学 哲学的検討? : 第1巻第1章～第16章

著者	鈴木 大地
雑誌名	古典古代学
号	6
ページ	1-23
発行年	2014-03-31
URL	http://hdl.handle.net/2241/120807

アリストテレス『動物発生論』の現代生物学・科学哲学的検討 I

——第1巻第1章～第16章——

鈴木大地

序論

生物学はアリストテレスにより創始されたと言える。実際に生物全般について、記述（記載）でも理論的考察でも、アリストテレスほど広くまた詳細に論じたものは、それ以前にはいない。そしてアリストテレスの生物学は、アリストテレス自身の哲学にも、またアリストテレス以後の自然哲学・生物学にも大きな影響を与えている。本論文では、アリストテレス『動物発生論』を現代生物学・科学哲学的に分析し、アリストテレス理解を深めることを目的とするものである。

アリストテレス (B.C. 384–B.C.322) はマケドニアのスタゲイラで生まれた。父ニコマコスがマケドニア王アミュンタスの侍医であったので、アリストテレス自身も幼少時から医学や自然哲学に親しんでいたのだろう。その後アリストテレスは17歳でアカデミアに入学し活動していたが (B.C. 367)、37歳でアカデミアを離れ (B.C. 347)、アッソスやミュティレネを遍歴した。この時期、生物学的研究を特に盛んに行っていたものと思われる。そしてマケドニアにて王子時代のアレクサンドロスの家庭教師を務めたのち、アテナイに戻ってリュケイオンを創設した (B.C. 335)。

現存するアリストテレスの生物学的著作は、『動物誌』『動物部分論』『動物発生論』『靈魂論』そして『自然学小論集』である。その内容の連関についてはさまざまな議論があるが、Peck 1937 によると以下のようになっている。

I. 観察の記録

『動物誌』

II. 観察に基づく理論

a. 動物の質料の目的に沿った構成について

『動物部分論』、『動物進行論』

b. 動物の形相すなわち靈魂について

『靈魂論』

c. 動物体と靈魂に共通な機能について

『自然学小論集』、『動物運動論』、『動物発生論』

しかし『動物発生論』第1巻第1章で述べられているように、『動物発生論』の少なくとも冒頭は『動物部分論』から連続しており、部分（器官）＝質料としての生殖器について述べられている。また、発生について論じることが始動因について論じることと同じであるとも述べられており、『動物発生論』は動物の始動因についての著作とも捉えることができる（なお、アリストテレスの言う「発生」は現代生物学上の発生だけでなく、生殖一般といった広い意味でも用いられており、注意が必要である）。

このように『動物発生論』では四原因説が複合的に議論されている。また発生過程とは可能態が現実態となる過程そのものである（第2巻第3章を参照）。これらは『動物発生論』がアリストテレスの哲学と密接な関係があることを示している。それどころか、動物の発生の観察を通じて、それを哲学的に昇華させることでアリストテレス哲学が醸成されたとも考えられる（さらに『動物発生論』では、自然発生や遺伝、生命の起源についても言及されており、生物学的な示唆にも富んでいる）。こうした点から、『動物発生論』の検討はアリストテレス理解の進展に大いに寄与するものと考えている。

また本研究では、「観察と理論の関係性」という科学哲学的な問題にも触れたい。アリストテレスは、多くの生物を解剖・観察した。そして肉眼による解剖という限りにおいては、アリストテレスが観察した対象と現代の生物学者が観察する対象そのものに大きな相違はないはずである。しかしその観察内容や解釈には、理論的なバイアスがかかってしまうと言われている（観察の理論負荷性：Hanson 1958）。アリストテレスの記述を、現代生物学に照らし異同を検討することで、観察の理論負荷性が実際に生じるのかを検証することができるだろう。

また、アリストテレスと現代生物学者の生物学体系はかなり異なっている。前者の体系は五元素説・四原因説・靈魂論などに基づいており、現代生物学者は機械論に基づいている。したがってアリストテレスの生物学体系を理解しようとするとき、安易に現代生物学の用語・概念と対応付けることはできず、本文中の用語・概念をよく吟味・検討する必要があるだろう。この問題は、クーンのパラダイム論やラウダンのリ

サーチ・トラディション論といった科学哲学的な観点からも重要である。

さて、『動物発生論』は全5巻からなるが、その構成内容とはあまり一致していない。おおまかな構成内容と巻・章の対応を示すと以下のようになる。

- a. 序論、原因論：第1巻第1章前半
- b. 性別論、部分としての生殖器官：第1巻第1章後半—第1巻第16章
- c. 生殖理論：第1巻第17章—第2巻第3章
- d. 発生各論：第2巻第4章—第3巻
- e. 発生に関連する各種の問題：第4巻
- f. 部分の状態の差異：第5巻

最終的には、これらのすべてについて検討を行う構想であるが、本論文では、ひとまず上記の区分におけるaとbについて検討を行い、それ以降は今後引き続き検討を行っていきたいと考えている。

底本には主に Peck 1942 を使用し、頁数・行数など適宜 Becker 1831 を参照した。また 島崎 1969、Balme 1972、Platt 1912 の訳註を適宜参照した。

第1章

本章では、前半部分は動物体において四原因説がどのように適用されるか、また本書がその中でどのような立ち位置にあるかが述べられる。また後半では、動物ごとの生殖様式の違いが概略的に述べられる。

715a1–18

[1-1] 冒頭で、『動物部分論』に言及している。『動物発生論』では、『動物部分論』では扱われなかった生殖器についてまず論じられる。このことから、本書が内容的に『動物部分論』の続編であることがわかる。

[1-2] ζῷον（動物、生物）は ζάω（生きる）から由来する。『動物誌』第8巻第1章では、「無生物 ἀψύχων から生物 ζῷα まで、自然は少しずつ移り変わる (588b4-5)」

と述べられており、アリストテレスが無生物、植物、動物を連続的に捉えていることがわかる。また、生命 ζῆν、動物 ζῶον、そして植物 φυτόν について、『靈魂論』第2巻第2章では以下のように述べられている。

それでは考察のはじめに、靈魂を有するもの ἐμψυχον は生きている ζῆν という点で靈魂のないもの ἀψύχου と異なるものとしよう。しかしこの「生きている」ということは様々な意味で語られる。たとえば思惟、感覺すること、場所の運動と静止、衰退と成長といった栄養による運動である。したがってすべての植物もまた生きていると考えられる。というのも明らかに、彼らには自身の内に、そのような能力と始動因があり、それによって反対方向の場所に向かって成長したり衰退したりするのである。(413a)

すなわちアリストテレスは、生物と無生物の違いを靈魂の有無に帰している。さらに動物と植物の違いについては、靈魂の能力の違いにあるとしている。

一方、現代生物学では、生命を明確に定義することはできないが (Campbell & Reece 2007 を参照)、一般的には、生命は刺激反応性、自己複製能力、代謝と恒常性、細胞膜のような境界をもつ、などといった特徴をもつとされることが多い。また現代の生物学では通常、アリストテレスのように生物と無生物の違いを靈魂の有無で捉えることはない。しかし、アリストテレスが挙げた感覺能力、栄養運動といった生命の特徴は、刺激反応性や代謝能力といった現代生物学上の生物の特徴に通じるとも考えられる。

現代生物学での動物と植物の扱いは、アリストテレスの見解とは全く異なる。多くの問題点が指摘されてはいるが (Yoon 2013 を参照)、現代生物学の分類体系は基本的に進化系統に基づいている。しかし進化といっても、アリストテレスが想定したような「植物から動物への連続的遷移」は現代生物学では認められず、少なくとも陸上植物 (狭義の植物) は、動物とは全く別の系統として進化したとされている。さらに、広義の植物は葉緑素 (クロロフィル) を有し光合成を行う藻類を指すが、この藻類には緑藻類 (陸上植物も緑藻類の一系統である)、紅藻類、そしてこれらの藻類を二次的、三次的に共生させた藻類がある。これらの藻類は単一の系統ではなく、進化的に別々の系統として進化したことが分かっている (Baldauf 2003)。つまり現代生物学

では、広義の植物は単一のグループとしてまとめることができず、また狭義の植物も動物の系統とは離れていると考えられている。これは「植物から動物への連続的遷移」を認めるアリストテレスの見解とは全く異なっている。

[1-3] アリストテレスは分類に類 γένος と種 εἶδος を用い、動物分類のヒエラルキーの全てのレベルに適用した (Lennox 2001)。つまり現代の生物分類で用いられるリンネ分類のように、ヒエラルキーの各レベルに固有の呼称 (界・門・綱・目・科・属・種など) があるわけではなく、相対的に上位レベルを類、下位レベルを種として用いた。

[1-4] アリストテレスは原因を四つに区別した (四原因 αἰτίαι τέτταρες)。すなわち質料因 ὕλη、形相因 εἶδος、始動因 κίνησις、そして目的因 τέλος である (『自然学』第2巻第7章、『形而上学』第1巻第3章を参照)。

まず目的因と形相因については、本文中でこの二つをほぼ同一と見なせると述べている。自然学において、アリストテレスは形相因、始動因、目的因がしばしば一つと見なせると考えた (『自然学』第2巻第7章)。そのため、動物の諸部分についても目的因と形相因が一致すると考えたのだろう。これを、コウモリの翼とヒトの手を例に考えてみたい。両者の違いは、まず形相 (形態) の差異にある。そしてコウモリならば飛ぶという機能、ヒトならば持つという働きのために、この差異が生じているのであって、コウモリの翼やヒトの手は、それぞれ飛ぶ、持つという目的がある、ということになるだろう。機能と目的論の問題は、生物学の哲学ではしばしば議論されており (Sober 2009 を参照)、アリストテレスの見解は生物学の哲学にとっても参考となるだろう。

また質料因とは、より大きな要素が、どのような小さな要素から成っているかということであり、具体的には本文中で述べられている通りである。

最後に始動因だが、これについてアリストテレスは動物の生殖 (発生) と同一のものであると述べている。始動因とは運動変化の開始の原因であり、上で述べたように究極的には始動因と形相因・目的因はしばしば一致するとアリストテレスは考えている。実際に『自然学』第3巻第7章において「始原となるものとその形相は一致する、たとえば人間が人間を生むように」と人間の生殖を例に挙げている。これはむしろ、

動物の発生を自然学全体に敷衍したとも考えられるだろう。

715a18–716a2

[1-5] アリストテレスは、有性の動物はすべて有性生殖によって生じると述べている。しかし実際には、場合によって有性生殖と無性生殖を切り替える動物もいる。

[1-6] 「有血動物 ἐναίμιος」、「無血動物 ἀναίμιος」はそれぞれ現代の脊椎動物、無脊椎動物に相当する。しかし当然、無脊椎動物にも血液はあって、アリストテレス自身も、無血動物にも血液と同じ能力をもつ類比物があると認めている（『動物部分論』第1巻第5章を参照）。さらに、無脊椎動物の中にもミミズなど赤い血液をもつものもいるが、アリストテレスはこれについては触れていない。

[1-7] アリストテレスによれば、アカウオ ἐρυθρίνος やオオグチ χάννα などが有血動物で雌雄の区別がない少数の例外であることが、『動物誌』第4巻第11章、第6巻第13章、『動物部分論』第2巻第5章、第3巻第5章で述べられている。ともにハタ科の *Serranus* 属に比定されおり（島崎 1969 注）、確かに本属は一生を通じて雌雄同体である（Smith 1965）。魚類には他に、性転換を行う種や、環境によって性決定が行われる種もいる。

[1-8] 「有節類 ἔντομα」はヤスデ・ムカデ・ミツバチ・コガネムシ・アリなどの虫の類である（『動物誌』第4巻第1章を参照）。昆虫類 *Insects* と語形は同じだが、ムカデやヤスデ類は現在の昆虫類には含まれない。有節類はむしろ、甲殻類を除いた節足動物 *Arthropods* にほぼ一致する（昆虫類も節足動物に含まれている）。

さて有節類には、①自分と同じ類を生むもの、②自然発生して交尾するが、自分とは異なる類を生むもの、③自然発生するだけのあるものと述べられている。そして、②の子は交尾を行うことがない。その根拠をアリストテレスは以下のように考えた。

a. 仮に同類の子を産むとした場合、その子どうしが再び交接して孫世代を作り、同じ類としての系統が続く。とすると、遡って親世代も本来的には交接によって生まれなければならない、親世代が自然発生することと対立する。

b. 子が交尾を行う場合、孫世代はさらに違う類として生まれ、そして孫世代が交尾

すると三たび異なる類の次世代を生じ…と違う類を無限に生じることになる。しかしアリストテレスは、自然には目的があり、無限なものを避けると考えた（本文を参照）のでこれも退ける。

結局どちらの仮定も成立しえないので、子は違う類として交尾しないということになる。

この部分は自然発生説や進化理論との関連で興味深い記述である。有節類の生殖様式については本巻第16章、『動物誌』第5巻第19章—第32章も参照。

[1-9] 「殻皮類 ὀστρακόδερμα」は、現代の軟体動物のうちで頭足類を除いたものにほぼ相当するが、現代では棘皮動物に分類されるウニ類、尾索動物のホヤも含まれている（『動物誌』第4巻第4章、第6章を参照）。また、「固着生活をする動物 ζῶντα τῷ προσπεφυκέναι」はイソギンチャクやカイメンなどが含まれる（『動物誌』第4巻第6章、『動物部分論』第4巻第5章を参照）。動物のうち、植物に近いとされたものは、これらの殻皮類、イソギンチャク、カイメンの他に、ナマコやクラゲの類である（『動物誌』第8巻第1章、『動物部分論』第4巻第5章）。アリストテレスにおける動物と植物の連続性については [1-2] を参照。

[1-10] 確かに被子植物の多くは雌雄同株である。しかし雌雄異花、雌雄異株の種も多い。また、裸子植物でも雌雄同株の種と雌雄異株の種が混在している。

[1-11] συκῇ はイチジク (*Ficus Carica*)、ἐρίνεός はイチジクの変種であるノイチジク（カプリイチジク、*Ficus Carica* var. *silvestris*）に比定される。イチジクは被子植物で雌雄同株であるが、単為結実する系統、雌花だけをつける系統、雌花と雄花をつける系統がある。ノイチジクは雌花と雄花をつける系統であり、イチジクコバチ (*Blastophaga grossorum*) による媒介によって受粉する。雌花だけを作る系統 (συκῇ はこの系統に含まれる) では、ノイチジクの雄花からの花粉をイチジクコバチの媒介で受粉することで結実する。これを **caprification** という。『動物誌』第5巻第32章に同様の記述がなされている。島崎 1969 の注には不適切な記述が含まれるので、ここで正確に記述した。

第2章

本章では、雌雄の性別について、それぞれの特徴を議論している。

716a2-17

[2-1] アリストテレスは、発生あるいは生殖の原因は雄と雌（すなわち有性生殖）にあるだろう、としている。また同時に雄と雌をそれぞれ、「他個体に子をなすもの」、「自己に子をなすもの」としているように、ヒトを始めとした胎生動物（哺乳類）が念頭にあるようだ。確かにこれらの動物では、無性生殖を行うことはまずない。

[2-2] 雄が運動と発生の、雌が質料の原因を有することは、『動物発生論』の後の本文で詳細に議論される（第1巻第17章—第2巻第3章を参照）。

[2-3] σπέρμα は文脈により「種子」「精液」などと訳し分ける必要がある。特に『動物発生論』では、雌は σπέρμα を出さないとか、月経血が σπέρμα であるなどという記述があり、用法の統一性を欠くので一層注意が必要である。また σπέρμα には「（事物の）もと」といった比喩的な意味もある。本文のこの部分では、雌雄両方の σπέρμα について述べられているので、「子のもとになるもの」と広く解釈したい。

[2-4] 自然発生では、太陽の熱によって自然（大地）の過剰物から生物が生まれるとアリストテレスは考えている（第2巻第3章、第3巻第11章を参照）。ここから、動物の雌雄との類比によって大地を母に、天界を父になぞらえている。これは、アリストテレスが宇宙を生物学的に解釈していた一例と言えるだろう。

716a17-b12

[2-5] 雌雄の違いを、ロゴス（説明規定）λόγος と感覚 αἴσθησις の両面から議論している。ロゴスは事物の本質を示すものであり、ここでは雌雄の定義を述べていると見ていいだろう。すなわち雄は「相手の中へ子を成すもの」、雌は「自体内に子を成すもの」と定義される。そしてこれは能力あるいは機能の違いである。この違いは、感覚的実体としては能力あるいは機能を発揮するための部分として、すなわち生殖器として存在している。我々が感覚的に知覚できるのは感覚的実体としての生殖器であ

り、この感覚を介し、理性 νοῦς によって本質を把握することが自然学なのである（『形而上学』第6巻第1章を参照）。この部分は、アリストテレス考える学問の実践の具体例として興味深い。

[2-6] 雌雄の違いの感覚的実体が、雌では「いわゆる子宮 αἱ καλούμεναι ὑστέραι」、雄では「睾丸や会陰の周辺部 τὰ περὶ τοὺς ὄρχεις καὶ τοὺς περινέους」であると述べられている。後者が「周辺部」といったように広く規定されているのは、睾丸や陰茎だけでなく精管といった部分も含まれているためである。また前者の ὑστέρα も通常「子宮」と訳されはするが、本巻第3章で詳述されるように、現代の子宮のみならず卵巣部や卵管も含めた広い意味として使われており、注意を要する。

[2-7] ἀρχή（始原、原理、始動因）のさまざまな意味は『形而上学』第5巻第1章で述べられている。ここでは、雌雄性をもたらす内在的原理というような意味で使われているのだろう。実際に精巣や卵巣は性ホルモンの分泌器官であり、全身の性差（第二性徴）をもたらす。そして精巣の除去は確かに女性化を引き起こす。

第3章

本章では、各有血動物における雌雄の生殖器それぞれについてが、概略的に記述される。

716b13–32

[3-1] ὄρχις は通常「睾丸」と訳される。しかしアリストテレスにとっての「睾丸」は射精を遅らせる機能をもつ器官であり、精液は πόρος（管、精管）において形成され则认为していた。現代では、精液は全ての動物で精巣において形成されるとされており、睾丸は哺乳類の精巣を指す用語として用いられている。そのため「睾丸」を現代的に解釈してしまうと、魚類やヘビ類に睾丸が無いとすると違和感が生じるが、アリストテレスの生物学上では不自然なことではない。

[3-2] 睾丸の位置の違いとその原因については、本巻第12章で詳細に議論されている。

716b32–717a12

[3-3] アリストテレスは、雌には2つに分岐した *ύστέρα*（「子宮」）があると考えた。現代の生物学では、胎生 *viviparity* を行うための、受精卵が着床して胚子が成長するような真正の子宮は、哺乳類にしか存在しないとされている。また、子宮の形状も、哺乳類の中で多様性がある（Kardong 2006 を参照）。とくに霊長類（ヒトを含む）などの子宮は1つしかない。それでも卵巣や輸卵管は左右1対あるので、アリストテレスは *ύστέρα* を、現在の子宮・卵巣・輸卵管あたりを総称した雌性生殖器として用いているものと思われる（Peck 1942、島崎 1969 注を参照）。しかし、鳥類ではそのほとんどで、右雌性生殖器が退化して痕跡的にしか見られないのだが、アリストテレスはこのことについて述べていない。

「子宮 *uterus*」という名称は、現在でも爬虫類・鳥類の輸卵管の膨大部を指す際に因習的に使われているが、哺乳類の子宮との相同性は確かめられていない。爬虫類・鳥類の「子宮」は輸卵管における卵殻を分泌する部位である（Romer 1949 を参照）。またヘビ・トカゲの一部では、卵胎生の種もいる。特にボアなどのヘビでは、臍帯や胎盤を備えた、真の胎生のものまでいる（Blackburn & Stewart 2011 を参照）。アリストテレス自身も、マムシ *ἔχιδνα* が卵胎生であると記載している（『動物誌』第3巻第1章）。島崎 1998/1999 は、この「マムシ」はハナダカクサリヘビ（*Vipera ammodytes*、ヨーロッパから西アジアに分布）であるとしている。

有血動物の「子宮」については、『動物誌』第3巻第1章を参照。

[3-4] 「子宮」の相対的な位置について現代ではそれほど取沙汰されることはない。しかしアリストテレスにとっては、「子宮」の位置は重要な問題として扱われている（[8-5] [11-3] [12-4] を参照）。科学革命によってパラダイム変換が起こると、前のパラダイム（ここではアリストテレス生物学）で説明できていた問題の一部が、新しいパラダイム（ここでは現代生物学）では説明できなくなるという、Kuhn-loss の一例と見なせるかもしれない（Bird 2012 を参照）。

[3-5] 「軟甲類（軟殻類）*μαλακόστρακα*」はオオエビ・ザリガニ・エビ・カニなどを指す（『動物誌』第4巻第2章を参照）。現在でも軟甲類 *Malacostraca* と呼ばれ、甲殻類 *Crustaceans* 最大の分類群である。

「軟体類 μαλάκια」はイカ・タコである（動物誌第4巻第1章）。現在では頭足類 Cephalopods と呼ばれる。現代の軟体類 Molluscs は、頭足類や貝類などの総称である。ところがアリストテレスは貝類を殻皮類 ὀστρακόδερμα として区別しているので、アリストテレスの μαλάκια と現代の Mollusca は分類として一致しない。

甲殻類の生殖腺は対になっているものが多いが、頭足類では1つしかない。輸卵管の本数は、対になっているものと1本しか無いものがある（佐々木 2010 を参照）。

『動物誌』第4巻第1章では、「コウイカ σηπία には袋が2つあり、この中に白いあられに似た卵がたくさん入っている」という記述がある。この記述について、島崎 1998/1999 は輸卵管を2つと見なしたのだろうと推測している。しかしコウイカの輸卵管は1本しか無い。アリストテレスの観察が誤っていたか、この部分の “σηπία” が別の種類のイカを指しているか、何らかの問題が生じている箇所である。

[3-6] 「卵と呼ばれるもの」という表現は、『動物部分論』第4巻第5章では、ウニや殻皮類に対して用いられている。アリストテレスは、これは真正の卵ではなく「よく生育した時の有血動物の脂のようなものである」とした。

[3-7] タコの生殖腺は、上述のように1つしか無い。アリストテレスもまた、「（タコの「子宮」は）1つに見える」と観察をしているが、タコでも本来的には2つであって、その原因を球形の形態に帰している。これは理論が観察内容に影響を及ぼしている、観察の理論負荷性の事例と言えるだろう。

[3-8] 「有節類 ἔντομα」については [1-8] を参照。確かに節足動物の生殖巣は、基本的に対をなしている。

第4章

本章では、睾丸のある動物が、なぜ睾丸をもっているのかについて議論される。

717a12–a21

[4-1] 『動物部分論』第1巻第3章に「差異は質料における形相である（643a24）」と述べられているように、差異 διαφορά を生み出すのは形相である。しかしこの部分

では、「自然が成すあらゆるものは、それが必要であるか、より良いものだからなのだとすれば、この部分もそのどちらかであろう」と述べられているように、形相因ではなく目的因が想定されている。つまり自然学において形相因と目的因はしばしば一致するので（[1-7] を参照）、形相因による差異から目的因も考察しようとしている。

[4-2] 現代では、「交尾」は体内受精をするもののみに用いられる。したがって体外受精を行う硬骨魚類は交尾をするとは厳密には言えない。アリストテレスは「交尾 συνδυάζω」を「腹部を接触させる」程度の広い意味で用いたのだろう。魚類の「交尾」については『動物誌』第5巻第5章でも述べられている。

717a21–b13

[4-3] 動物の目的とは、植物が種子や果実を作ることと同様に、子を作り子孫を残すことにあると述べている。ヒトであっても、子をつくることは自然的なものとされている（『ニコマコス倫理学』第8巻第12章、『政治学』第1巻第2章を参照）。

現代生物学においても、「目的」と考えるかはともかく、自己複製は生物にとって非常に重要な性質だと見なされている。

[4-4] アリストテレスは、睾丸があるのは節度ある動物として射精を遅延させるためだとしている。現代の知見では、哺乳類の精巣が睾丸として体外に露出するのは、恒温動物である哺乳類の体温は精子形成の適温より高いためである。また、同じく恒温動物である鳥類では精巣が体内にあるのだが、これは精巣が気囊の近くにあることで冷やしているのではないかとされている (Romer 1949)。

[4-5] 腸がまっすぐな動物の食欲が強いのは、栄養物を摂取してもすぐに排泄されてしまうので、すぐに栄養物を摂取する欲望が生じてしまうためだとされている。プラトン『ティマイオス』にも同様の記述がある（73a）。『動物部分論』第3巻第14章も参照。

現代でも、消化管の長さは栄養の吸収効率に対応させて説明される。一般的に、肉食動物より草食動物のほうが腸管は長い (Kardong 1995)。栄養価の低い植物からより栄養を吸収する必要があるためである。しかし食欲との関連性については、腸管の

形状よりも体サイズのほうに帰されるだろう。というのも、体サイズが小さい動物は比較的代謝が高く、より多くの栄養が必要なためである。

[4-6] 輸精管の折れ反りは確かにあって、精巢上体 (epididymis) と呼ばれている。精巢上体は精巢で形成された精子を貯蔵している。

本文には、去勢しても交尾により子を作ったという記述がある。これは睾丸を摘出しても精巢上体が摘出されていなかった、あるいは輸精管に精子が残存していたためだと考えられる。島崎 1969 は精嚢に精子が残存していたとしているが、精嚢は精子を貯蔵する器官ではないので誤りであろう。

鳥類において、繁殖期になると「睾丸」（哺乳類ではないので、精巢と呼ぶべきである）が大きくなるのは、繁殖期に精子形成がさかんになるためで、現代の知見とも矛盾しない。フランスの解剖学者、George Cuvier (1769 - 1832) はスズメでこれを確認している (Platt 1912)。

第5章

本章では、睾丸の位置、陰茎との関係性について記述される。

717b14-33

[5-1] 「交尾のための器官 ὄργανον τὸ πρὸς τὸν συνδυασμόν」はすなわち陰茎 αἰδοῖον である。四足動物のなかでも、交尾器の有無や形態はさまざまである (Portmann 1979) り、生殖器はそれぞれ独立に獲得された（真の陰茎は哺乳類しかもたない）と考えられている。両生類では、ほとんどが交尾器を持たないが、アシナシイモリ類では総排泄腔の一部が反転し phallodeum と呼ばれる交尾器となる。また、有鱗類（トカゲ・ヘビ）では半陰茎 (hemipenis) と呼ばれる有対の交尾器を持つ。カメ類とワニ類は1本の交尾器を持つが、有鱗類の交尾器とは無関係らしい。また、ほとんどの鳥類は交尾器を持たないが、ダチョウ類、キーウィ類、カモ類、ガン類には1本の交尾器がある。これについてアリストテレスは、鳥類には基本的に陰茎が無いと考えているが、『動物誌』第3巻第1章でも、ガチョウの「陰茎」が記述されている。

[5-2] 動物の運動について、アリストテレスは支柱となる骨と、その関節部にあつて伸縮する腱によって説明する（『動物運動論』第7章を参照）。陰茎もまた伸縮性があるので腱質と判断したのであろう。

[5-3] 「陰茎が運動によって熱せられると、精液はまず一箇所集まり、それから放出される」という記述について、島崎 1969 は、「一箇所」というのを睾丸だと解釈している。しかし精液が睾丸に集まることは、「睾丸が体外にある動物」すなわち胎生類での睾丸の説明（睾丸は精管の単なる付属物で、精管を折り曲げて精液の放出を遅らせる）とは異なっている。したがって精液が集まる箇所は、睾丸ではなく折れ返りの部分のことを指すのだろう。これは第6章の記述とも一致する。

[5-4] 確かにハリネズミには陰嚢は無く (Kleisner et al. 2010)、精巣は腹部の内部に収まっている。しかしハリネズミの交尾は他の四足動物と同様に雄が雌の背に乗るのであり、アリストテレスの記述のように「棘があるために立ち上がって（腹合わせに）交配する」のではない。

第6章

本章では、主に魚類の雄性生殖器について記述される。

717b33–718a17

[6-1] 第4章で、睾丸がある動物は、あつたほうがより良いために、睾丸があるとしている。その一方で、睾丸がない動物は必然的に無いのだと考えている。『形而上学』第5巻第5章に、「必然的というのは…それが無くては生存し得ないところのもの」とあるとある。すなわち睾丸が無い動物は、睾丸が無いことでしか生存し得ないことになる。魚類の場合は、この説明に成功している（本文中の「海水を取り入れなければすぐに死んでしまうから」という記述から）ものの、ヘビ類の場合はいくぶん問題がある（[7-1] 参照）。

[6-2] 現代の知見と同様に、魚類の鰓を陸上脊椎動物の肺と同じ機能（呼吸）をする器官とみなしている（『動物部分論』第6巻第6章、『氣息について』を参照）が、そ

の呼吸機能自体は冷却作用であるとしており、現代の知見と異なる。

[6-3] 精液の成熟について、アリストテレスは本書の別の箇所以下のように述べている。

「精液は氣息と水でできていて、氣息は熱い空気である（第2巻第2章）」

「精液は熱によって成熟し、そのために雄は雌より体温が高い」（第4巻第1章）」

「老年期では（熱が少ないので）十分な量の精液が成熟しない（第1巻第18章）」

こういったことから、精液は普段の体温で成熟し、哺乳類では性交運動で生じる陰茎の熱によって最終的に仕上げられると考えていたのだろう。

[6-4] 精管の、血液を含む部分と含まない部分は、それぞれ現代の上生体と輸精管に対応する。このことについては、『動物誌』第3巻第1章でも詳細に記述されている。

第7章

本章では、主にヘビ類の雄性生殖器と交尾について記述される。

718a17–718a34

[7-1] ヘビの精巢は体内にあり、細長くなっている。アリストテレスはこれを「睾丸」ではなく精管だと考えた。そして「睾丸」が無い理由として、「生殖液が睾丸のあたりで停滞するとすれば、進行が遅いために冷えてしまう」としている。これは第4章で考察した「睾丸」の機能から、また、精液と熱の関係性からこのように考えたのだろう。しかし、これがヘビの生存に関係するとはあまり考えられない。となると [6-1] で議論したように「睾丸」が必然的に無いとまでは言い切れないようにも思える。とはいえ精液が冷えると子を作ることができなくなるので、種としてのヘビの生存には関係するとも考えられるだろう。

第8章

本章では、有血動物の雌性生殖器の概略が記述される。

718a35–718b27

[8-1] アリストテレスは機能的に説明ができることを「理にかなっている *κατὰ λόγον*」と述べており、目的論的な説明を重視していることがわかる。

[8-2] 「魚の卵は体外に出て成長し完成する」とは、Peck 1942 によれば非閉鎖卵 *non-cleiodic eggs* を指している。非閉鎖卵は、産卵後に体外で水分や無機物を吸収し膨張する。魚類の卵は体外に出てから増大するとアリストテレスは考えているので、体内では卵は小さく、数を多くすることができると考えたのだろう。

一般的に言って、硬骨魚類が多産なのは確かである。マンボウなどは、一度に3億個の卵を産むという。これは稚魚の生存率が著しく低いため、子孫を残すためにはより多くの卵を産まなければならないためである（生態学では *r*-戦略者と表現される）。

「各子宮は1個の卵のように見えるほどであり」という記述については、『動物誌』第3巻第1章に同様の記述がある。数の子のように、卵巣にぎっしり卵が詰まった様子を指しているのだろう。

[8-3] 生殖質は余剰物である（本巻第18章、19章）が、身体の成長のための質料を卵の数に転用することで数を増やしていると考えたのだろう。この部分の *σπέρμα* も、「子のもとになるもの」という広い意味だろう（[2-3] を参照）。

[8-4] 「鳥類や卵生四足類は完全な卵を産む」とある。しかし両生類は卵生四足類であるが、両生類の卵は卵殻をもたず非開放卵であることには触れられていない。

また、鳥類や爬虫類の卵は固い卵殻をもつ。動物の質料は土と水であり（『天体論』第4巻第4章）、「土でできているものどもは、火が凝固させる」ために（『動物部分論』第2巻第2章）、卵殻は湿性である水質を熱によって乾かすことで卵殻が形成される。

[8-5] アリストテレスは、ヒトを動物の典型（自然本性的）だと考えている。ヒトの「子宮」は比較的「下の方 *κάτω*」つまり尾部に寄っているので、アリストテレスは「子宮」がこの位置にあるのを自然本性的だと考えた。その目的論的な理由として、アリストテレスは産むという機能に着目している。つまり「子宮」は妨げがない限り、産

む機能のあるところ（膣口）に本性的に近づくと考えた。鳥類や卵生四足動物の場合、卵殻を下帯の熱で形成しなければならないということが妨げとなって、「子宮」は「下帯の近く」にあるのである。

第9章

本章では、自体内に胎生する動物（現在の哺乳類）について軽く触れられている。

718b27–718b32

[9-1] 「毛のあるもの τρίχας ἔχοντα」は、すなわち「けもの」つまり哺乳類である。

『動物誌』第3巻第10章にも、「陸生で胎生の動物なら毛がある」と述べられている

[9-2] クジラ類 κήτης は、胎生であり、噴水管があって鰓がなく（『動物誌』第1巻第5章参照）、肺呼吸をする生物を指している（『動物誌』第8巻第2章参照）。

現在は、クジラ類は哺乳類の中で偶蹄目に近い系統だと言われている(Nikaido et al. 1996)。

第10章

本章では、体内に卵生し体外に胎生する（幼動物を産む）動物である、軟骨魚類とマムシについて触れられている。

718b32–718b36

[10-1] 卵胎生について述べられている。卵胎生動物は、卵を体内で孵化させ、その後子を生む。マムシが卵胎生であることは、[3-3] でも触れた。

確かに、軟骨魚類やマムシは変温動物であり、体温は低い。体温と産卵様式との関係性については、第11章で述べられる。

第11章

本章では、卵胎生動物の卵と産卵様式について、また産卵様式の違いによる子宮の位置の違いが述べられる。

718b36–719a12

[11-1] アリストテレスは、熱によって水を乾かすことで卵殻が形成されると考えていたので（[8-4] を参照）、体温が低ければ熱が足りず、水を乾かすことができないと考えたのだろう。

[11-2] 『解剖学』はアリストテレスの亡失書であり、7巻よりなり（ディオゲネス、プトレマイオス）、図解があったらしい（『動物誌』第1巻第17章、第4巻第1章、第6巻第11章、『動物発生論』第2巻第7章でも言及されている）。『動物誌』の該当箇所は第3巻第1章である。

719a12–719a30

[11-3] 「子宮」は、他の妨げが無い限り、本性的に「下のほう（尾部）」にあるとアリストテレスは考えている。第8章では、それを産むという機能から説明していたが（[8-5] を参照）、ここでは別の理由として胎児の重さと運動性を挙げている。すなわち、重量があり、しかも「子宮」内で運動する胎児を、生命機能上重要な器官が存在する下帯で保持することは母体の危険が伴うためであるとする。産道の長さが第三の理由として挙げられているが、これは第一の、産むという機能による説明と重複する。

第12章

本章では、主に睾丸の位置のその原因について議論される。

719a30–719b17

[12-1] 本章の記述では、「睾丸」が体外にあることの説得力に欠けるように思われる。まず「（「睾丸」も）安全に保つために覆って保護し、精子を成熟させる必要がある」とあるが、「子宮」と同様に全ての動物の睾丸が体内にあるはずである。またアリストテレスは、精液の形成は「精管」で行われ、「睾丸」の機能は精液の形成・成熟ではなく射精の遅延であるとしている（本巻第4章を参照）ことと一致しない。

本巻第4章の記述を踏まえれば、射精の遅延をより大きくするためであると推測できるので、アリストテレスは「睾丸」の安全性よりも射精の遅延という機能のほうが重要だと考えていたのかもしれない。

現代生物学では、哺乳類の精子形成は体温より低い温度で行われる必要があるために、精巣である睾丸が一般的に体外に出ているのだとされている。

719b17–719b28

[12-2] この部分は第8章で議論された内容と重複しており、Platt 1912 と Peck 1942 は削除している。

[12-3] 「（胎生四足類の子宮が下帯付近ではなく下の方にあるのは、）胎児の安全と成長のために、重さがかからないのが良いためだ」としているが、第11章では、胎児の重さと運動に、生命の活動の場である下帯近くが耐えることができないためだと説明している（[11-3] を参照）。

第13章

本章では、生殖孔や精管、子宮の位置について議論される。

719b29–720b1

[13-1] 実際に、単孔類以外の哺乳類では、肛門と排尿孔は別になっている。しかし雄では輸精管と尿道は合一するが、雌では尿道と生殖孔は別の孔である。ただし領域として「陰部 αἰδοῖον」を解釈すれば、尿道と生殖孔はともに小陰唇部から出ると読める（島崎 1969 の注を参照）。また魚類・両生類・爬虫類・鳥類での肛門・尿管・生殖孔は、総排泄孔として単一の孔となっている。泌尿器系と生殖系が合一した進化的過程や原因については、様々な議論がある（Portmann 1979, Romer 1949 を参照）。

第14章

本章では、殻皮類と軟甲類の生殖器官について記述される。

720b2–720b15

[14-1] アリストテレスは、殻皮類は動物と植物の中間の存在で、雌雄の区別が無く、そのために交配しないと考えている（本書第1巻第23章を参照）。実際には、殻皮類にあたる貝類の多くは雌雄の区別があり、有性生殖する。

[14-2] アリストテレスは、「後ろへ放尿する動物 ὀπισθοουρητικά」と「前へ放尿する動物 ἐμπροσθοουρητικά」とで分類をする場合がある。後ろへ放尿する動物にはヤマネコ、ライオン、ラクダ、ウサギなどである（『動物誌』第2巻第1章を参照）。哺乳類である「後ろへ放尿する動物」は、実際には雄は雌の上に覆いかぶさって交尾するが、エビ類では向かい合って生殖行動を行う種が実際にも多いようだ。

[14-3] 軟殻類においてアリストテレスが「子宮」と呼んでいる器官は、実際には卵巣であるが、確かに左右対となっている。

第15章

本章では、軟体類の生殖器官について記述される。

720b15–721a2

[15-1] 「軟体類」すなわち頭足類の交接の実際は、雄が交接腕と呼ばれる特殊な触腕を用い、精莢（精胞）と呼ばれる精子の入ったカプセル状のものを雌に渡すことで行われる。アリストテレスの観察の通り、イカでは雌の口周辺でこの精莢が受け取られることが多いようだ。タコも触腕を雌の身体の隙間に差し込んで交接するが、差し込む場所は実際には漏斗ではない。頭足類の交尾姿勢は、種や状況に応じて様々である。

アリストテレスの記述と異なり、節足動物でも頭足類でも肛門と生殖孔は実際には別々になっている。

第16章

本章では、有節類の生殖器官について記述される。

721a2–721a30

[16-1] 本巻第1章で記述されているように、有節類には①自分と同じ類を生むもの、②自然発生して交尾するが、自分と異なる類を生むもの、③自然発生するだけもの、という3種類の生殖様式がある（[1-12]を参照）。実際には自然発生する節足動物はおらず、多くの種で有性生殖を行う（単為生殖を行う例外もある）。

[16-2] 「（交尾するものでも）雄は明らかに精管をもっていない」と述べられているが、実際には当然、精巣および精管をもっている。アリストテレスは精管で精液が形成されると考えていたことを鑑みると、精管をもっていない動物での、交尾の役割についてアリストテレスがどう考えていたのかという問題が残る。昆虫類の実際の交尾様式は様々であるが、一般的に雄が生殖器を雌に挿入する場合が多い。しかしギリギリスでは雄が下から雌に交尾器を挿入するので、それを雌が上から雄に交尾器を挿入していると勘違いした可能性もある（島崎 1969 注を参照）。

結語

以上で、序論で述べた『動物発生論』の区分における a. 序論、原因論と b. 性別論、部分としての生殖器官についての検討をした。今回、現代生物学・科学哲学的な観点から『動物発生論』を分析した。それによって、具体的にどのような観察の理論負荷性があるのかを指摘できた。また、今回の分析によって判明した、アリストテレス生物学と現代生物学での用語・概念の違いは、翻訳の際にも参考となるだろう。さらに現代生物学的な観点から新たに加えた解釈によって、『動物発生論』当該部分の正確な理解が多少なりとも進んだと考えている。『動物発生論』のそれ以降の部分については、今後引き続き検討を行っていきたい。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、森元良太博士（慶応大学）、田中泉吏博士（慶応大学）の両氏から建設的なコメントを頂きました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

参考文献表

テキスト、訳、注

- Balme, D. M., 1972. *Aristotle's De Partibus Animalium I and De generatione Animalium (with passages from II. 1-3)*. Oxford: Clarendon Press.
- Becker, I., ed. 1831. *Aristoteles Graecus*. Berlin: Reimer.
- Peck, A. L., 1942. *Aristotle Genetation of Animals*. The Loeb classical library; 366.

London: Heinemann.

Platt, M. A., 1912. *De Generatione Animalium*. Oxford: Clarendon Press.

島崎三郎（1969）『動物発生論』東京、岩波書店。

参照文献

アリストテレス、出隆訳（1959/1961）『形而上学』東京、岩波書店。

———、出隆、岩崎允胤訳（1968）『靈魂論・自然学・氣息について』東京、岩波書店。

———、池田康男訳（1997）『天について』京都、京都大学出版会。

———、中畑正志訳（2001）『魂について』京都、京都大学出版会。

———、朴一功訳（2002）『ニコマコス倫理学』京都、京都大学出版会。

———、坂下浩司訳（2005）『動物部分論・動物運動論・動物進行論』京都、京都大学出版会。

———、島崎三郎訳（1998/1999）『動物誌』東京、岩波書店。

———、牛田徳子訳（2001）『政治学』京都、京都大学出版会。

Baldauf, S. L., 2003. The Deep Roots of Eukaryotes. *Science* 300 (5626): 1703–1706.

Bird, A., 2012. *The Structure of Scientific Revolutions and its Significance: An Essay Review of the Fiftieth Anniversary Edition*. *Brit J Phil Sci* 00; 1–26.

Blackburn, D.G. & Stewart, J.R., 2011. *Viviparity and placentation in snakes*. In *Reproductive Biology and Phylogeny of Snakes*. Aldrich, R. D., & Sever, D. M., eds. Enfield: Science Publishers.

Campbell, N. A. & Reece J. B., 小林興監訳（2007）『キャンベル生物学』東京、丸善。

Kardong, K. V., 1995. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. New York: McGraw-Hill.

Hanson N. R., 1958. *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kleisner, K., Ivell, R., & Flegr, J., 2010. *The Evolutionary History of Testicular Externalization and the Origin of Scrotum*. *J. Biosci.* 35 (1): 27–37.

Lennox, J. G., 2001. *Aristotle's Philosophy of Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Nikaido, M., Rooney, A. P. & N. Okada, N., 1999. Phylogenetic relationships among cetartiodactyls based on insertions of short and long interspersed elements: Hippopotamuses are the closest extant relatives of whales. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96: 10261-10266.

Peck, A. L., 1937. *Aristotle Parts of Animals*. The Loeb classical library; 323. London: Heinemann.

プラトン、種山恭子、田之頭安彦訳（1975）『ティマイオス・クリティアス』東京、岩波書店。

Portmann, A, 島崎三郎訳（1979）『脊椎動物比較形態学』東京、岩波書店。

Romer, A.S., 1949. *The Vertebrate Body*. Philadelphia: Saunders.

佐々木猛智（2010）『貝類学』東京、東京大学出版会。

Wiley & Lieberman 2011. *Phylogenetics*

Smith 1965 The patterns of sexuality and the classification of serranid fishes. *Amer. Mus.*

Sober, E., 松本俊吉、網元祐一、森元良太訳（2009）『進化論の射程』東京、春秋社。

Yoon, C. K., 三中信宏、野中香方子訳（2013）『自然を名付ける—なぜ生物分類では直感と科学が衝突するのか』東京、NTT出版。